

УДК 621.039.58

*В. І. Фесенко, студентка гр. ПГ-91мп, О. М. Павловський к.т.н., доц.
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

ОГЛЯД СУЧАСНИХ СИСТЕМ РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ

Анотація. Робота присвячена огляду сучасних існуючих системи радіаційного контролю Існують дозиметри як на основі лічильників Гейгера-Мюллера, так і на основі сцинтилятора, у роботі представлені сучасні детектори обох типів. Показана можливість створення дозиметра на основі платформи Arduino, що дозволяє легко модифікувати алгоритми обробки. Приведені дозиметри, що можуть бути приєднані до смартфона, і мають малі розміри, а також у формі годинника, проте такі пристрої мають низьку чутливість. Приведено найбільш досконалий спектрометр «Exploranium GR-130», проте його вартість не дозволяє використовувати його у якості особистого дозиметра.

Ключові слова: дозиметр, лічильник Гейгера-Мюллера, сцинтиляційний кристал, рентгенівське випромінювання, сектрометр.

ВСТУП

Існує два типи детекторів гамма випромінювання: на основі лічильників Гейгера-Мюллера [1] і кристалічні детектори на основі сцинтиляторів [2]. Кожен з цих детекторів має переваги і недоліки. До недоліків детекторів на основі лічильників Гейгера-Мюллера можна віднести те, що вони реєструють лише бета- і гамма-частинки, тобто вони не здатні реєструвати альфа-частинки.

Детектори на основі сцинтиляційних кристалів реєструють енергію альфа-бета- і гамма-частинки, проте дані детектори значно дорожчі за детектори на основі лічильників Гейгера-Мюллера, мають достатньо великі габарити. При зменшенні габаритів, як правило, суттєво зменшується і чутливість таких сцинтиляторів.

Нині існують безліч систем радіоактивного контролю, що базуються як на лічильниках Гейгера-Мюллера, так і сцинтиляційному кристалі, а використання сучасних мікроконтролерів, зменшує вартість і габарити таких пристроїв, а також дозволяє додати функції бездротової передачі даних, позиціонування та ін.

Отже, мета даної статті — порівняння існуючих пристроїв радіаційного контролю та їх аналіз.

РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ

Для розгляду було обрано наступні існуючі пристрої радіоактивного контролю: «Вимірювач радіоактивності (радіометр) з Глонасс приймачем і передачею даних по Wi-Fi» Сергія Дронського, «Кишеньковий дозиметр нового покоління Atom Fast», Інтелектуальний дозиметр «Smart Geiger PRO» спектрометр «Exploranium GR-130» та годинник-дозиметр СИГ-PM1208M.

Більш детально розглянемо «Вимірювач радіоактивності (радіометр) з Glonass приймачем і передачею даних по Wi-Fi» [3], що показано на рис.1 Зовнішній вигляд радіометра представлено на рис. 1. Даний радіометр побудований на основі лічильників Гейгера-Мюллера БЕТА-2 [4], який чутливий до бета-випромінювання. Принцип роботи даного датчика полягає у іонізації газу в камері при польоті зарядженої частинки і подальшому лавинному пробої, що реєструється мікроконтролером.



Рисунок 1. Зовнішній вигляд радіометра

Сигнали з датчиків через формуючі захисні ланцюги можна подавати напряду на входи мікроконтролера. В якості обчислювального ядра радіометру було вибрано платформу Arduino Nano. Автор додав додатковий формуючий елемент на здвоєному одновібраторі 564ФГ1. Дані одновібратори формують імпульси, для подачі на світлодіод, довжиною у 50 мкс та 2,5 мс відповідно. Світлодіод виступає індикатором радіоактивного випромінювання, та є резервною схемою сповіщення, при виході основного мікроконтролера з ладу.

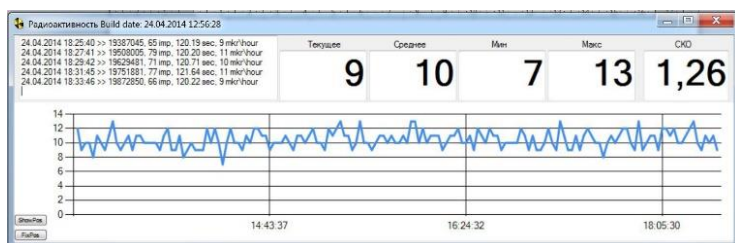


Рисунок 2. Результат роботи дозиметра при вимірюванні фонових значень

Також автор розробив адаптивний алгоритм вимірювання. Для цього в процесі рахунку імпульсів постійно перевіряється вміст лічильника, і якщо число імпульсів більше ніж 100, що відповідає підвищеному фону, лічильник скидається і виводиться відповідний сигнал на екран. Якщо перевищення немає, то вимірювання продовжується виборками по 120 секунд, після чого показання виводяться на вбудований дисплей та передаються у зовнішні системи наприклад на ПК, що показано на рис.2. Із сучасних функцій, розробка має Wi-Fi, що дозволяє приєднуватись до бездротової мережі і передавати отримані дані, та модуль Глонасс для позиціонування.



Рисунок 3. Кишеньковий дозиметр Atom Fast

Далі розглянемо Atom Fast КБ «Радар» [5]. У якості детектора використано сцинтиляційний кристал, що запаковано у непрозору фольгу та підключено до твердотільного фотопомножувача. Дозиметр Atom Fast за формою корпусу нагадує кишеньковий ліхтарик (рис 3), що зручно у якості індивідуального дозиметра. Дані передаються через Bluetooth LE, час роботи в такому режимі близько двох місяців. Крім Bluetooth, в дозиметрі є і вбудований зумер, що дозволяє використовувати його автономно і подає сигнали у разі небезпеки. Розроблене програмне забезпечення для Android-

смартфонів дозволяє зберігати в архів всі вимірювання, також у програмі є карта на яку накладаються виміряні покази дозиметру. Якщо поблизу спостерігається збільшення радіаційного фону, то на смартфон приходить оповіщення.



Рисунок 4. Інтелектуальний дозиметр Smart Geiger PRO

На рис. 4. Показано вигляд інтелектуального дозиметра Smart Geiger PRO [6]. Даний дозиметр підключається до смартфона через аудіо роз'єм 3.5мм, та сумісний як з Apple так і з Android. В табл. 1 наведено технічні характеристики дозиметра.

Таблиця 1. Технічні характеристики Smart Geiger PRO

№ n/n	Вимірювані типи випромінювання	Гамма-випромінювання, рентгенівське випромінювання
1.	Діапазон вимірювання	0,05~200 мкЗв/год
2.	Точність вимірювання	<±15% (0.1~200 мкЗв/год)
3.	Тип датчику	напівпровідниковий
4.	Матеріал корпусу	пластик
5.	Лінійність	98% при 30~70% мкЗв/год



Рисунок 5. Годинник-дозиметр СИГ-PM1208М

Ще один дозиметр для індивідуального користування, виконаний у форм факторі наручного годинника СИГ-PM1208М [7] і показаний на рис 5. Використовують у якості ЧЕ лічильник Гейгера-Мюллера, дозволяє зберігати до 500 значень вимірів у енергонезалежній пам'яті та обмінюватись інформацією через вбудований ІЧ порт із ПК. Недоліком такого дозиметру є його низька чутливість, необхідність заміни елементу живлення та висока вартість.

Один із найбільш поширених сучасних систем радіаційного контролю - спектрометр «Exploranium GR-130» [8] (рис. 6). Даний пристрій працює в режимі радіометру, гамма-спектрометру та ідентифікатора ізотопів. Спектр ізотопів, що ідентифікує Exploranium GR-130 доволі великий: Am-241, Cs-137, Co-57, K-40, Ir-192, Ra-226 та Th-232. Спектрометр має можливість дротового підключення до ПК, а програмне забезпечення «Specview», що входить в комплект приладу дозволяє оброблювати отримані сигнали, будувати спектри випромінювання та архівувати отримані дані на жорсткому диску. Портативний спектрометр GR-130 у якості ЧЕ використовує сцинтиляційний детектор йодиду натрію та додатковий трубчастий детектор Гейгера-Мюллера. Отже, даний спектрометр GR-130 поєднує в собі функції чутливого лічильника Гейгера і багатоканального аналізатора.



Рисунок 6. Exploranium GR-130-130

Exploranium GR-130 дозволяє не тільки визначити потужність випромінення радіоактивного джерела, але й ідентифікувати природу випромінення за допомогою вбудованих бібліотек нуклідів і програмного забезпечення для аналізу. Додаткова трубка Гейгера-Мюллера розширює дальність дії приладу, дозволяючи значно збільшити швидкість аналізу.

ВИСНОВКИ

У даній статті проведено аналіз дозиметрів, що базуються як на лічильниках Гейгера-Мюллера, так і на сцинтиляційному кристалі. Зазначено їх основні переваги та недоліки, основною закономірністю, що була виявлена – при зменшенні сцинтиляційного кристалу, значно зменшується чутливість. Проте такі дозиметри підходять для використання у побуті і можуть повідомити про наявні потужні джерела випромінювання.

З розглянутих систем радіаційного контролю, найбільш досконалим є спектрометр «Exploranium GR-130», поєднуючи два типи чутливих елементів сцинтиляційний та Гейгера-Мюллера він виконує функції радіометру, гамма-спектрометру та може виявляти певні типи ізотопів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Акимов Ю.К. Газовые детекторы ядерных излучений. Дубна: Изд-во ОИЯИ, 2011. 243 с.
- [2] Болоздыня А.И., Ободовский И.М. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы применения. Долгопрудный: Интеллект, 2012. 208 с.
- [3] Измеритель радиоактивности (радиометр) с Глонасс приемником и передачей данных по Wi-Fi. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/222891/>
- [4] Счетчик альфа-бета-гамма излучений БЕТА-2. [Електронний ресурс]– Режим доступа: <https://consensus-group.ru/katalog/alfa-beta-gamma-counters/33-beta-2>
- [5] Atom Fast. Дозиметр радиации для смартфона/планшета. Режим доступа: <https://atom-shop.ga/models/fast>
- [6] Smart Geiger Pro Режим доступа: <http://allsmartlab.com/eng/smart-geiger-pro/>
- [7] Дозиметр индивидуальный СИГ-РМ1208М [Електронний ресурс]– Режим доступа: <https://nerkon.ru/catalog/dosimeters/byitovyie-dozimetryi/individualnyy-sig-rm1208m-indikator-gi-cl-radiometr.html>
- [8] Как выбрать дозиметр? [Електронний ресурс]– Режим доступа: <https://mydozimetr.ru/blog/stati/kak-vybrat-dozimetr/>

Наук. Керівник – к.т.н., доц, Павловський О.М.